

ACCOMPAGNEMENT SPECIFIQUE DES TRAVAUX DE RECHERCHES ET D'INNOVATION DEFENSE

ASTRID

Édition 2018

Date de clôture de l'appel à projets
1/03/2018 à 13h00 (heure de Paris)

Adresse de publication de l'appel à projets
<http://www.anr.fr/ASTRID-2018>

MOTS-CLES

Recherche duale (civile et militaire), recherche fondamentale, recherche exploratoire, recherche interdisciplinaire, innovation, preuve du concept, rupture technologique, ingénierie de l'information, robotique, fluides, structures, ondes acoustiques, ondes radioélectriques, nanotechnologies, photonique, matériaux, chimie, énergie, biologie, biotechnologies, homme et systèmes, environnement, géosciences.

DATE IMPORTANTE

CLOTURE DE L'APPEL A PROJETS

Les propositions de projet doivent être déposées sur le site internet de soumission de l'ANR (lien disponible sur le site de l'ANR dans la page dédiée à l'appel à projets dont l'adresse est indiquée page 1) impérativement avant la date et heure de clôture de l'appel à projets :

LE 1/03/2018 A 13H00 (HEURE DE PARIS)

(voir paragraphe 3.1)

CONTACTS

Questions techniques et scientifiques, administratives et financières

M. Emmanuel Betranhandy

Tél: 01 73 54 83 12

Mél: emmanuel.betranhandy@agencerecherche.fr

Mme Marieme Ba

Tél : : 01 73 54 82 07

Mél : marieme.ba@agencerecherche.fr

RESPONSABLE DE PROGRAMME ANR

M. Louis de Chantérac, Tél: 01 73 54 82 78, Mél: louis.dechanterac@agencerecherche.fr

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

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROGRAMME.....	4
1.1. Contexte.....	4
1.2. Objectifs du programme	4
2. CARACTERISTIQUES DE L'APPEL A PROJETS	5
2.1. Caractéristiques de la candidature	5
2.2. Caractéristiques des projets	6
2.3. Caractéristiques des moyens attribués	6
3. DESCRIPTION DU PROCESSUS DE SELECTION	7
3.1. Soumission des propositions de projet.....	8
3.2. Vérification de l'éligibilité	9
3.3. Evaluation des propositions de projet	10
3.4. Sélection des propositions de projet	11
3.5. Résultats	12
4. MODALITES DE FINANCEMENT DES PROJETS SELECTIONNES	12
5. RECOMMANDATIONS PREALABLES AU MONTAGE D'UNE PROPOSITION DE PROJET	14
6. ANNEXE 1 : AXES THEMATIQUES	16
6.1 Axe thématique 1 : ingénierie de l'information et robotique.....	16
6.2 Axe thématique 2 : fluides, structures	18
6.3 Axe thématique 3 : ondes acoustiques et radioélectriques	20
6.4 Axe thématique 4 : nanotechnologies.....	23
6.5 Axe thématique 5 : photonique	27
6.6 Axe thématique 6 : matériaux, chimie et énergie	28
6.7 Axe thématique 7 : biologie et biotechnologies	30
6.8 Axe thématique 8 : homme et systèmes.....	33
6.9 Axe thématique 9 : environnement et géosciences.....	36
6.10 Axe thématique 10 : priorités interdisciplinaires	36
7. ANNEXE 2 : DOCUMENTS A FOURNIR.....	38
7.1. Formulaire en ligne	38
7.2. Engagement des déposants.....	39
7.3. Document scientifique	40
8. ANNEXE 3 : ECHELLE DES TRL.....	46

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROGRAMME

1.1. CONTEXTE

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

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

La Direction générale de l'armement (DGA) et l'Agence nationale de la recherche (ANR), ont créé en 2011 un programme de soutien à la recherche, le programme ASTRID, spécifiquement dédié aux recherches à caractère dual à bas niveaux de maturité technologique. Il est financé totalement par la DGA et est hébergé à l'ANR qui en assure la mise en œuvre.

1.2. OBJECTIFS DU PROGRAMME

Le programme ASTRID a pour objectif de maintenir et de développer les synergies avec la recherche civile. Il permet de s'adresser à une large communauté scientifique et industrielle. Il cherche à identifier les ruptures potentielles qui sont sources d'innovations bénéfiques à la fois au domaine de la défense, à la recherche civile et à l'industrie. Les projets menés au titre du programme ASTRID s'inscrivent dans un cadrage général de l'action de la DGA destinée à anticiper et à maîtriser l'évolution des technologies nécessaires et utilisables dans les futurs systèmes de défense et de sécurité.

Le programme ASTRID s'inscrit dans le plan d'action de l'ANR comme étant un programme dual permettant de lancer des coups de sonde pour le soutien de projets de recherche à caractère fortement exploratoire et innovant (TRL de 1 à 4).

Les suites de ces projets pourront faire l'objet de travaux de recherche à un niveau de maturité technologique plus élevé, par exemple, dans le cadre du programme ASTRID Maturation créé en 2013 (ce programme permet d'accompagner la maturation et la valorisation des projets ASTRID et d'autres opérations de recherches soutenues par le ministère de la défense). Ces suites pourront aussi être financées en ce qui concerne les retombées défense par d'autres sources de financement en provenance de la DGA comme par exemple les contrats d'études amont et le dispositif RAPID (régime d'appui pour l'innovation duale).

2. CARACTERISTIQUES DE L'APPEL A PROJETS

Le programme ASTRID 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 en cohérence avec les orientations affichées dans le document de présentation de l'orientation de la S et T « POST » (période 2014-2019)¹, auquel le déposant devra se référer pour sa connaissance des besoins de 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.

Les priorités pour cette édition 2018 de l'appel à projets ASTRID sont détaillées au § 6 Axes thématiques.

2.1. CARACTERISTIQUES DE LA CANDIDATURE

Le programme ASTRID vise à soutenir des projets impliquant au moins un organisme de recherche². Le nombre total de partenaires (y compris le partenaire coordinateur) est généralement inférieur à cinq.

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

Un projet ne pourra pas être resoumis plus de deux fois à l'appel à projets ASTRID.

Le programme ASTRID, a pour objectif de stimuler des recherches exploratoires duales dans la communauté scientifique ne dépendant pas organiquement du Ministère de la défense. Les équipes de recherche du Ministère de la défense (cela concerne les équipes des structures organiquement dépendantes du ministère et non les écoles 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 DGA³, le caractère indispensable de la contribution au projet doit être argumenté dans la présentation de la proposition de projet, et en particulier, le fait que les compétences ou les installations très spécifiques concernées ne

¹ Voir <https://www.ixarm.com/IMG/pdf/plaquettepost.pdf>

² Voir définition au sein du règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR (lien page 2). Il s'agit en général d'un partenaire public ou assimilé ayant pour vocation principale d'effectuer de la recherche, tels qu'EPST, université, EPIC de recherche, etc.

³ Et, plus généralement, d'un partenaire du ministère de la défense, n'ayant pas comme mission principale de réaliser des recherches

peuvent pas être trouvées en dehors de la DGA³. Les équipes de recherche du ministère de la défense ne peuvent pas assurer le rôle de coordination scientifique d'un projet ASTRID.

2.2. CARACTERISTIQUES DES PROJETS

Le programme ASTRID est spécifiquement dédié aux recherches à **caractère dual** à **bas niveaux de maturité technologique** (TRL⁴ de 1 à 4). Les projets peuvent relever d'une « Recherche fondamentale » ou d'une « Recherche industrielle »⁵.

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

Le programme ASTRID de soutien aux recherches à caractère dual s'adresse à des projets entrant dans l'une des thématiques scientifiques suivantes (voir description détaillée paragraphe 6) :

1. Ingénierie de l'information et robotique,
2. Fluides, structures,
3. Ondes acoustiques et radioélectriques,
4. Nanotechnologies,
5. Photonique,
6. Matériaux, chimie et énergie,
7. Biologie et biotechnologies,
8. Homme et systèmes,
9. Environnement et géosciences.

Deux thématiques interdisciplinaires, « Big data, fouille de données, data-driven IA, Machine learning,... » et approches SHS, sont proposées.

L'indication de finalités militaires dans les titres de certains domaines n'est pas incompatible avec la dualité des recherches à bas niveau de maturité (TRL 1 à 4)⁶.

2.3. CARACTERISTIQUES DES MOYENS ATTRIBUES

Le programme ASTRID est totalement financé par la DGA.

Le montant de l'aide attribuée aux lauréats sera strictement inférieur à **300 k€** par projet.

Les moyens attribués dans le cadre du programme ASTRID ne couvrent pas le financement de doctorants. Un tel financement peut être demandé auprès de la Direction générale de l'armement selon la procédure décrite sur le site : <http://www.ixarm.com/Theses-DGA>.

⁴ TRL : Technology readiness level (voir annexe)

⁵ Voir définitions dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR (lien page 2)

⁶ Des synergies peuvent exister, entre autres, avec la sécurité globale (axe 1 et 8 notamment) ou avec la médecine d'urgence (axe 7)

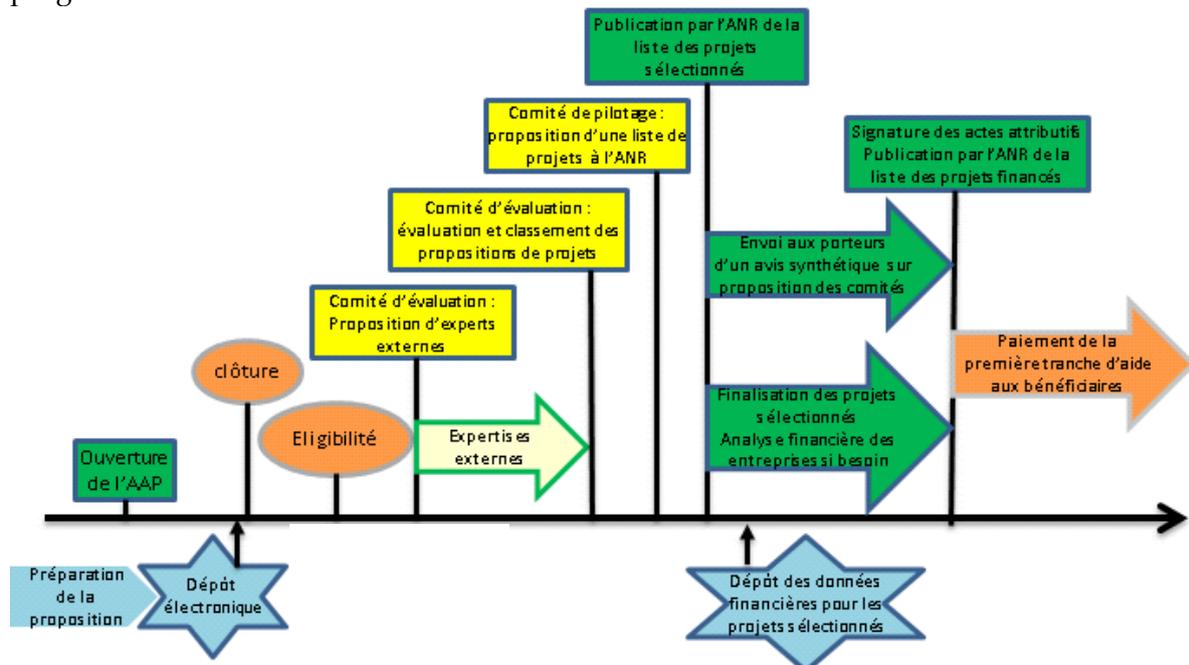
3. DESCRIPTION DU PROCESSUS DE SÉLECTION

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

- Le comité d'évaluation est composé de membres français ou étrangers des communautés de recherche concernées, issus de la sphère publique ou privée. Il est responsable de l'évaluation des propositions en s'aidant éventuellement d'expertises externes au comité.
- Les experts extérieurs, proposés par le comité d'évaluation, donnent un avis écrit sur les propositions de projet sans participer aux réunions de comité.
- Le comité de pilotage, composé de personnalités qualifiées et de représentants institutionnels, a pour mission de proposer une liste de projets à financer par l'ANR, dans le respect des travaux du comité d'évaluation.

Les personnes intervenant dans la sélection des propositions de projet s'engagent à respecter les dispositions de la charte de déontologie de l'ANR, notamment celles liées à la confidentialité et aux conflits d'intérêts. La charte de déontologie de l'ANR est disponible sur son site internet⁷.

Après publication de la liste des projets sélectionnés, la composition des comités du programme sera affichée sur le site internet de l'ANR⁸.



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

- Vérification de l'**éligibilité** des propositions de projet par l'ANR, conformément au paragraphe 3.2.
- Sollicitation des experts extérieurs par l'ANR sur proposition du comité d'évaluation.
- Élaboration des avis par les experts extérieurs, selon les critères explicités au paragraphe 3.3.

⁷ <http://www.agence-nationale-recherche.fr/CharteDeontologieSelection>

⁸ Cf. adresse internet indiquée page 1

- Évaluation des propositions de projet par le comité d'évaluation après réception des avis des experts.
- Examen des propositions de projet par le comité de pilotage (voir paragraphe 3.4) et proposition d'une liste des projets à financer.
- Établissement de la liste des projets sélectionnés (liste principale et éventuellement liste complémentaire) et publication de la liste sur le site de l'ANR dans la page dédiée à l'appel à projets.
- Envoi aux coordinateurs scientifiques des projets d'un avis synthétique.
- Révision et finalisation des dossiers scientifique, financier et administratif pour les projets sélectionnés (échanges ANR – responsable scientifique du partenaire coordinateur), y compris pour les éventuelles entreprises participantes, comme indiqué au paragraphe 4 :
 - vérification de leur capacité à être financées dans le cadre des aides d'Etat à la recherche, au développement et à l'innovation (RDI), notamment au regard de l'exclusion des entreprises en difficulté du financement⁹,
 - vérification de la compatibilité de l'aide (notamment établissement de l'effet incitatif).
- Signature des conventions attributives d'aide avec les bénéficiaires.
- Publication de la liste des projets retenus pour financement sur le site de l'ANR dans la page dédiée à l'appel à projets.
- Versements aux bénéficiaires selon les règles fixées dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/RF>).

3.1. SOUMISSION DES PROPOSITIONS DE PROJET

La proposition de projet comprend :

- un formulaire à compléter en ligne (voir paragraphe 7.1),
- l'engagement (voir § 7.2) de chaque responsable scientifique de chaque partenaire sollicitant une aide auprès de l'ANR,
- un document scientifique à déposer sur le site de soumission (voir paragraphe 7.3).

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

IMPORTANT

Aucun élément complémentaire ne pourra être accepté après la date et heure de clôture de l'appel à projets

⁹ Cf. fiche diffusée sur le site de l'ANR à l'adresse <http://www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/documents/2017/ANR-RF-Fiche-EED.pdf>.

3.2. VERIFICATION DE L'ELIGIBILITE

IMPORTANT

La vérification de l'éligibilité est réalisée par les services de l'ANR sur la base des informations et des documents disponibles sur le site de soumission à la date de clôture de l'appel à projets. L'inéligibilité sera avérée y compris si ces informations sont manquantes, mal renseignées ou discordantes entre informations saisies en ligne et informations développées dans le document scientifique. Les informations saisies en ligne prévalent sur celles développées au sein du document scientifique si ces deux sources d'informations s'avéraient non concordantes, y compris si elles sont mal renseignées ou manquantes. Une proposition peut être déclarée inéligible à tout moment du processus.

Les conditions d'éligibilité ci-dessous sont cumulatives.

- Caractère complet de la proposition : une proposition complète comprend les trois éléments décrits au paragraphe 3.1. Le document scientifique doit être conforme au format spécifié au § 7.3, y compris le respect du nombre limité de pages.
- Caractéristiques du projet : le projet doit être conforme aux caractéristiques décrites au § 2.2 en termes de durée, de type de recherche (y compris le niveau de TRL) ou encore de champ thématique.
- Moyens demandés : le projet doit satisfaire aux conditions du § 2.3. Le montant de l'aide demandé est strictement inférieur à 300 k€ par projet.
- Caractéristiques de la candidature : le projet doit répondre aux caractéristiques du § 2.1.
- Coordinateur scientifique unique : un même coordinateur scientifique ne peut pas assurer la coordination de plusieurs propositions de projet soumises dans le cadre de cet appel à projets.
- Caractère unique de la proposition : une proposition de projet ne peut être semblable en tout ou partie à une autre proposition soumise à un appel en cours d'évaluation (tous appels à projets confondus, toutes étapes d'évaluation confondues) ou ayant donné lieu à un financement. Toutes les propositions semblables sont inéligibles. Le caractère semblable est établi lorsque deux propositions en cause (dans leur globalité ou en partie) décrivent des objectifs principaux identiques, ou résultent d'une simple adaptation, ET impliquent des équipes majoritairement identiques.
- Un chercheur ne peut être impliqué comme coordinateur ou responsable scientifique de partenaire dans plus de trois propositions soumises dans le cadre du Plan d'action 2018, tout appel confondu¹⁰

¹⁰ Même critère figurant dans le guide du déposant de l'AAPG 2018 (page 21)

- La proposition de projet doit être conforme à la politique d'éthique et d'intégrité scientifique de l'ANR¹¹.

Les propositions de projet sont inéligibles si elles sont soumises par un coordinateur scientifique qui serait également membre du comité d'évaluation ou du comité de pilotage de cet appel à projets.

3.3. EVALUATION DES PROPOSITIONS DE PROJET

IMPORTANT

Seules les propositions de projet satisfaisant aux critères d'éligibilité seront évaluées par les experts extérieurs et les membres de comité d'évaluation

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

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

L'objectif est que chaque proposition soit évaluée par au moins deux experts (personnalités ne participant pas aux réunions des différents comités) qui sont sollicités pour une ou plusieurs propositions chacun. Les experts opèrent individuellement et dans la confidentialité, sans échange avec des tiers. Ils n'ont à leur disposition que les éléments constituant la proposition de projet tels que soumis par le coordinateur scientifique à la date de clôture de l'appel à projets.

Ils complètent un rapport d'évaluation individuel dans lequel chacun des critères d'évaluation est noté en utilisant une échelle de notation de 0 à 5 et en rédigeant un commentaire d'argumentation pour chaque critère.

¹¹<http://www.agence-nationale-recherche.fr/fileadmin/documents/2014/Politique-ethique-integrite-scientifique-aout-2014.pdf>

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

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

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

La discussion collégiale, proposition par proposition, permet une évaluation compétitive des propositions : c'est l'occasion pour l'ensemble des membres de comparer la qualité des propositions qu'ils ont eu à évaluer par rapport à l'ensemble des propositions évaluées par le comité. Les discussions du comité aboutissent à un consensus s'exprimant par un classement des propositions les unes par rapport aux autres en trois catégories : (A) propositions excellentes méritant pleinement d'être sélectionnées (de l'ordre de 10%), (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. Un rapport d'évaluation final synthétise le consensus auquel les membres de comité ont abouti.

3.4. SELECTION DES PROPOSITIONS DE PROJET

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

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

- Importance du sujet par rapport aux objectifs du programme,
- Importance du besoin défense¹²,
- Valeur ajoutée et prise de risque du projet¹³.

¹² Tout en préservant l'existence de la dualité

¹³ Une prise de risque est plutôt encouragée dans la mesure où elle est argumentée scientifiquement. La valeur ajoutée doit être analysée par rapport à l'état de l'art et aux applications envisagées même à long terme

Le comité de pilotage peut donner un avis sur la conformité des critères d'éligibilité¹⁴ et en tenir compte dans le classement.

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

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

3.5. RESULTATS

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

La liste des projets sélectionnés est publiée par l'ANR sur son site internet.

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

4. MODALITES DE FINANCEMENT DES PROJETS SELECTIONNES

Les modalités d'attribution des aides de l'ANR sont précisées dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR¹⁵. 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.

L'ANR signera une convention attributive d'aide avec chacun des partenaires bénéficiant d'une aide de l'ANR.

Sauf exception motivée ou autre directive de l'ANR, les projets sélectionnés débiteront au 1^{er} janvier 2019 (T₀ scientifique).

CONDITIONS DE FINANCEMENT DES ENTREPRISES

La participation d'un partenaire de type « entreprise » à un projet implique la transmission d'un accord de consortium à l'ANR¹⁶.

IMPORTANT

L'encadrement européen des aides d'Etat à la recherche, au développement et à l'innovation impose un certain nombre de conditions pour l'attribution d'aides par l'ANR aux

¹⁴ Notamment en matière TRL

¹⁵ Voir lien page 2.

¹⁶ Cf. fiche relative aux accords de consortium diffusée sur le site de l'ANR

entreprises. Si ces conditions ne sont pas remplies pour une entreprise participant à une proposition sélectionnée, l'ANR n'attribuera pas d'aide à cette entreprise. Dans tous les cas, le non financement d'une entreprise pourra remettre en cause le financement de l'intégralité du projet par l'ANR si celle-ci juge que la capacité du consortium à atteindre les objectifs du projet est compromise

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 éventuelles entreprises partenaires du projet de recherche ne sont pas considérées comme entreprises en difficultés au sens des lignes directrices relatives aux Aides d'Etat au sauvetage et à la restructuration d'Entreprises en difficulté.

Le taux d'aide applicable aux partenaires de type « entreprise » est précisé dans le règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR¹⁵.

L'effet d'incitation et la compatibilité de l'aide de l'ANR devra être établi. En conséquence, les entreprises sélectionnées dans le cadre du présent appel à projets seront sollicitées, pendant la phase de finalisation des dossiers administratifs et financiers, pour fournir les éléments d'appréciation nécessaires.

SUIVI SCIENTIFIQUE DES PROJETS

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

- La participation du coordinateur au séminaire de lancement des projets du présent appel,
- L'invitation de l'ANR et la DGA à toutes les réunions correspondant aux principales étapes du projet (réunion de démarrage des travaux -kick off-, mi-parcours, finale),
- la fourniture d'un ou deux comptes rendus intermédiaires traduisant réellement l'avancement,
- un rapport final de projet et une fiche de synthèse,
- la fourniture de résumés des objectifs, travaux et résultats du projet, actualisés à la date de communication, destinés aux publications de l'ANR sur tous supports,
- la collecte d'éléments d'impact du projet jusqu'à un an après la fin du projet,
- la participation à au moins une revue intermédiaire ou finale de projet,
- la participation aux colloques organisés par l'ANR (une ou deux participations),
- la participation à au moins un événement (séminaire ou colloque) organisé par la DGA¹⁷.

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

RELATIONS AVEC LA DIRECTION GENERALE DE L'ARMEMENT

Le programme ASTRID étant un programme dédié au soutien des recherches duales (finalités civiles et militaires) et la Direction générale de l'armement (DGA) finançant totalement ce programme dans le cadre de sa coopération établie avec l'ANR, les partenaires s'engagent à

¹⁷ Selon la demande de la DGA

transmettre à la DGA les rapports intermédiaires et finaux du projet. Des représentants de la DGA seront associés à toutes réunions de démarrage, toutes revues de projet ou opérations de suivi des projets.

5. RECOMMANDATIONS PREALABLES AU MONTAGE D'UNE PROPOSITION DE PROJET

Information des établissements

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

Implication du Coordinateur scientifique

Le **coordinateur scientifique** devrait être impliqué au minimum à hauteur de **35%** de son temps de recherche¹⁸ (possibilité d'une répartition non uniforme sur la durée du projet).

Taux de précarité

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

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

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

Personnels non permanents

Les personnels non permanents seront de nationalité européenne ou suisse. La durée de financement de chaque post-doctorant ne devrait pas être inférieure à 12 mois.

Participation de partenaires étrangers

¹⁸ **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).

Le partenaire étranger devra assurer son propre financement. Le document scientifique soumis à l'ANR intègre aussi bien la contribution des équipes françaises que des équipes étrangères. Le partenaire étranger est invité à expliciter dans le document scientifique :

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

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

Le projet doit être conforme aux dispositions de l'arrêté du 3 juillet 2012 relatif à la protection du potentiel scientifique et technique de la nation¹⁹.

¹⁹ Voir JORF n°0155 du 5 juillet 2012 page 11051

6. ANNEXE 1 : AXES THEMATIQUES

6.1 AXE THEMATIQUE 1 : INGENIERIE DE L'INFORMATION ET ROBOTIQUE

L'axe « Ingénierie de l'information & Robotique » s'intéresse aux sciences et techniques qui contribuent à la transformation progressive « du signal à l'information » pour l'acquisition de connaissances puisque qu'il s'agit de transmettre, traiter, analyser, comprendre les données issues de multiples capteurs pour construire des éléments de décision. En cela, il relève majoritairement du domaine des Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) et apparaît comme transverse aux autres axes thématiques et plus particulièrement avec Photonique, Ondes acoustiques et radioélectriques, Homme & systèmes, Environnement et géosciences...

Pour la défense et la sécurité, l'enjeu est d'exploiter ce potentiel technique en garantissant les performances spécifiques aux systèmes de défense, compte tenu des contraintes d'emploi et d'usage en milieu opérationnel (complexité accrue, capteurs hétérogènes, environnement partiellement connu, non coopératif, impératifs de temps réel ou fortement contraint,...).

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

L'analyse de données massives et/ou hétérogènes et dynamiques, la fusion d'informations multimodales, incomplètes ou incertaines font partie intégrante de cet axe, tout comme l'autonomie des systèmes complexes (dont les robots). 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 ; ces dernières représentations apparaissant comme le support de raisonnements fondant les décisions.

Avec le « renouveau » des techniques d'IA et d'apprentissage, il s'agit d'améliorer les concepts, principes et outils destinés à la fouille, l'analyse de données non structurées (sous forme de traces numériques, mesures physiques, textes, images multimodales, sons ou discours, contenus multimédia, etc...) pour en rechercher ou extraire l'information. Ceci avec l'objectif d'assister, de façon la plus adéquate, l'utilisateur opérationnel (individuel ou collectif) dans sa prise de décision en situation de veille, de surveillance ou de crise.

Le traitement de l'information numérique est aujourd'hui omniprésent dans les systèmes technologiques de pointe.

Cela impacte ainsi un large spectre depuis l'équipement des forces, les systèmes d'information tactiques, les systèmes de surveillance et de protection, les services de sûreté (prévention, alerte de dysfonctionnements); jusqu'aux grands systèmes d'infrastructure de C4ISR. Perçu comme une opportunité économique et sociétale, son développement soulève toutefois des risques et contraintes dans la conception des grands systèmes de défense et de sécurité (cf. axe Homme & systèmes).

Trois thèmes clés en interaction – repris et illustrés par quelques mots-clés ci-dessous – caractérisent le périmètre de cet axe thématique, en reprenant la boucle « Observation Planification Décision Action ». Les 3 sous-thèmes de cet axe thématique sont les suivants :

SOUS-THEME 6.1.1 : COMMUNICATIONS ET SECURITE

- Traitement du signal, réseaux et sécurité informatiques, intégrité et authentification des données et des échanges, supervision des réseaux,...

SOUS-THEME 6.1.2 : TRAITEMENT NUMERIQUE ET ANALYSE DE L'INFORMATION

- Traitement et analyse de flux, d'images, méthodes de détection, de reconnaissance, d'identification et d'alerte, localisation et navigation, perception, traitement de documents multimédia, analyse de données massives, fusion d'informations,...

SOUS-THEME 6.1.3 : SYSTEMES COMPLEXES, ROBOTS ET SYSTEMES COGNITIFS

- Systèmes complexes à logiciel prépondérant (embarqués, distribués), supervision, sûreté de fonctionnement, vérification et validation des logiciels et des systèmes,
- Planification , contrôle de systèmes robotisés, systèmes multi-agents, multi-robots.

Pour cette édition 2018, seront éligibles seulement les travaux R&T innovants relatifs à deux volets majeurs du domaine : Analyse des contenus et Systèmes Robotisés.

Les données traitées pourront être de nature et structure diverses, compte-tenu des grands enjeux capacitaires rappelés ci-dessous : Cyberdéfense – Sécurité et Renseignement, Surveillance et Observation, Sûreté et maintien en service des systèmes, Protection de sites et d'infrastructures.

➤ **Traitement et Analyse des Contenus :**

- Analyse de scènes ou situations complexes : Analyse de données multicateurs selon différentes modalités (IR/E0, Lidar, hyperspectrales, SAR...); analyse et fusion de données multisources (multimédia, vidéo, signal / image, mesures physiques systèmes) pour la reconnaissance et l'identification,
- Alerte, Détection, Reconnaissance d'événements rares, d'incidents, de comportements singuliers, fonctionnements anormaux dans des flux numériques (traces, réseaux, signaux, images,...); détection des données / informations modifiées, falsifiées... (textes, images, motifs, signatures,...) pour vérifier leur intégrité / véracité,
- Perception, reconstruction dense de l'environnement perçu (3D « augmenté », cartographie « sémantique »), pour la détection de changements, la caractérisation d'environnements complexes (par exemple, urbains,...),

- Recherche d'Information dans des documents non structurés, analyse « sémantique », flux d'actualités, multimédia, représentation de connaissances... (en lien cf. § SHS pour les aspects simulation sociale, dynamique des opinions...).
- **Systemes robotisés :**
 - Coordination de flottes de robots ; techniques innovantes en perception, navigation, localisation pour l'exploration,
 - Intelligence embarquée, distribuée,
 - Autonomie ajustable, décisionnelle ; coopérations entre équipes mixtes, systemes multiagents,
 - Apprentissage de comportements non définis a priori (par exemple, résilience aux défaillances, allocation dynamique de tâches...). Les interactions Homme / Robots sont naturellement traitées en lien avec l'axe Homme & systemes.

6.2 AXE THEMATIQUE 2 : FLUIDES, STRUCTURES

L'axe « Fluides, Structures » recouvre les sciences et technologies nécessaires à la conception et à l'amélioration des fonctionnalités et performances physiques des véhicules, engins, systemes et sous-systemes 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 énergétique, le rayon d'action et l'autonomie,
- augmenter l'agilité, la capacité manœuvrière, le contrôle et la maîtrise des trajectoires,
- réduire les traces de passage dans l'environnement, favoriser un déplacement en toute furtivité, limiter les bruits et rayonnements acoustiques,
- concevoir des structures de plateforme et d'engins résilientes aux agressions militaires, développer des méthodologies de suivi en service aptes à optimiser le maintien en condition opérationnelle et à en réduire les coûts,
- traiter les dysfonctionnements induits par les écoulements ou les sollicitations physiques sur les systemes embarqués, concevoir des moyens de protection et de lutte contre les effets des agressions mécaniques.

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

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

SOUS-THEME 6.2.1 : ECOULEMENTS FLUIDES

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

SOUS-THEME 6.2.2 : CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES STRUCTURES

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

SOUS-THEME 6.2.3 : PROPULSION ET ECOULEMENTS ENERGETIQUES

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

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

Maîtrise des régimes complexes d'écoulements fluides ou réactifs :

- Aérodynamique des formes complexes,
- Simulation numérique des écoulements multiphasiques, multifluides,
- 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).

Bruits mécaniques en milieu sous-marin:

- Bruit propre des systèmes sous-marins : couplages écoulement/vibration/acoustique,
- Bruit rayonné : sources vibratoires, vibrations induites par écoulement ou mouvement, phénomènes transitoires.

6.3 AXE THEMATIQUE 3 : ONDES ACOUSTIQUES ET RADIOELECTRIQUES

L'axe « Ondes Acoustiques et Radioélectriques » couvre un large spectre compris entre le Hertz et le bas TéraHertz. Il s'intéresse aux théories et technologies appliquées aux télécommunications, à la détection et à l'imagerie, au guidage et à la navigation, à la guerre électronique et à la furtivité, aux agressions électromagnétiques, à la compatibilité électromagnétique et au bio-électromagnétisme. 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, quel que soit le milieu (marin, sous-marin, terrestre, urbain, aérien, spatial) et les contraintes opérationnelles (diversité des théâtres, prolifération des menaces asymétriques, mobilité, structures composites, partage du spectre des fréquences, besoins accrus en transmissions haut débit, réglementations DREP, DRAM...).

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

SOUS-THEME 6.3.1 : GENERATION ET MESURE DES RAYONNEMENTS

- Sources d'énergie compactes et agiles en fréquence, systèmes multi-sources à amplificateurs de puissance à état solide,
- Sources sonar actives déportées (ex : source acoustique laser),
- Lever les limitations structurelles des antennes réseaux (lobes de réseaux, directivité, polarisation, rendement, couplages, distribution des signaux),
- Architectures de formateurs de faisceaux compactes et faible coût : PCB multicouche, SIW, BFN quasi optique, céramiques, méta-surfaces,
- Agilité électronique au sens large (fréquence, forme d'onde, polarisation, rayonnement) pour antennes multi-fonctions,
- Capteurs intégrés / embarqués / conformes, avec réduction des dimensions, de la masse, de la consommation et du coût,

- Antennes compactes/miniatures/discrètes, directives, efficaces et large bande : intégration de composants d'électronique active, réseaux super-directifs,
- Apports de la fabrication additive et de l'impression jet d'encre,
- Nouveaux matériaux pour les radômes, filtres et substrats, surfaces rayonnantes agiles,
- Radômes : formes, performances radioélectriques (pertes, dépointage, perturbation de la qualité du rayonnement, ...), résistance à la température et aux chocs,
- Antennes à méta-surfaces « modulées / actives / agiles / adaptatives »,
- Diagnostic et auto-calibrage des antennes in-situ,
- Mesures non invasives des antennes : capteurs électro-optiques, techniques infrarouges, mesures en SER, mesures en champ proche.

SOUS-THEME 6.3.2 : PROPAGATION

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

- urbain, indoor (réfractions, réflexions et diffractions multiples),
- terrestre (pénétration à travers les couverts, rétrodiffusion des sols, diffusion multiple...),
- aérien et spatial (effets de l'atmosphère, scintillation ionosphérique ...),
- marin (réflexion diffusion sur la surface marine, conduits de propagation...),
- sous-marin (fluctuations de la colonne d'eau, sondage bathymétrique, Ultra Basses Fréquences...).

SOUS-THEME 6.3.3 : DETECTION ET IMAGERIE

- Architectures radar numériques pour une plus grande flexibilité (radars multifonctions),
- Optimisation de l'allocation des ressources de radars multifonctions,
- Radars légers aéroportés / navals / terrestres pour la surveillance et la tenue de situation,
- Systèmes radar/sonar multistatiques (MIMO), fixes ou mobiles, à formes d'ondes agiles et orthogonales, pour la surveillance terrestre, urbaine, portuaire, côtière, sous-marine (observatoires sous-marins),
- Utilisation de la bande HF (3-30 MHz) pour la surveillance transhorizon,
- Surveillance passive : exploitation de signaux d'opportunité, détection des radars à faible puissance crête, UBF pour la localisation de sources acoustiques et la mesure de l'environnement grands fonds et petits fonds,
- Traitements du signal adaptatifs à l'environnement, à sa complexité et à ses fluctuations, pour accroître les performances de détection / localisation / identification de cibles en milieu complexe : traitements optimaux et haute résolution sur signaux à très larges spectres, méthodes parcimonieuses / bayésiennes, retournement temporel, inter-corrélation du bruit,

- Détection et identification de cibles lentes, petites ou à faibles signatures, en milieux perturbés ou hétérogènes (ex : KA-STAP, FOPEN, GMTI, détection de changement, analyses temps-fréquence, imageries SAR et ISAR...),
- Traitement de grandes quantités de données basé sur une interprétation physique des interactions « ondes – matière ».

SOUS-THEME 6.3.4 : GUERRE ELECTRONIQUE

- Méta-matériaux à paramètres constitutifs effectifs extrêmes « permittivité / perméabilité » ou « densité / compressibilité » à valeurs négatives, proches de zéro ou de l'infini, pour la réalisation de filtres sélectifs / cloaking / réflexion ou réfraction « parfaite / anormale »,
- Associations « méta-matériaux / composites / composants localisés » pour la réalisation de matériaux absorbants ultra minces, électriquement ou optiquement pilotables,
- Modélisation et homogénéisation des méta-matériaux et méta-surfaces,
- Matériaux composites « magnétiques / à renforts fibreux ou à inclusions résonnantes » pour revêtements absorbants ultra-fins « radioélectriques / acoustiques »,
- Techniques de caractérisation électromagnétique des matériaux, dont in situ et en température,
- Identification et contrôle des sources de bruits acoustiques impulsionnels pour contrer les sonars basés sur la détection de bruits transitoires,
- Contre-mesures adaptatives et crédibles,
- Techniques de contrôle in-situ et d'exploitation optimale de la furtivité d'une plateforme.

SOUS-THEME 6.3.5 : AGRESSIONS ELECTROMAGNETIQUES / VULNERABILITE

- Générateurs compacts agiles en fréquence et en directivité,
- Formes d'onde optimales pour perturber les systèmes électroniques,
- Maîtriser la chaîne de vulnérabilité des systèmes : Modélisations multi-échelle / multi-physique,
- Techniques de protections (blindage de l'électronique, limiteurs et circuits de protection)
- Application des micro-décharges de plasmas au durcissement électromagnétique.

SOUS-THEME 6.3.6 : COMPATIBILITE ELECTROMAGNETIQUE

- Amélioration de la métrologie : Exploitation du retournement temporel et des techniques d'inter-corrélation du bruit en chambre réverbérante, imagerie CEM,
- Approches probabilistes des évaluations de susceptibilité EM,
- Outils de gestion du spectre EM (cartographie temps réel d'occupation du spectre EM), partage du spectre entre systèmes radar de guerre électronique et de communications,
- Modélisations multi-échelles des couplages EM.

SOUS-THEME 6.3.7 : BIO-ELECTROMAGNETISME

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

Les priorités affichées pour cet axe thématique sont :

- **Optimisation des capteurs embarqués :** Antennes compactes directives efficaces et large bande – Antennes à réseaux phasés agiles au sens large – Intégration, discrétion, autocalibration, caractérisation ...
- **Modélisation des équations des ondes :** Optimisation des solveurs rigoureux et asymptotiques en précision et rapidité (méthodes MLFMM, H-Matrices...) – Méthodes hybrides et de décomposition de domaines.
- **Systèmes haute performance de communication / détection :** Architectures numérique – Réseaux à grande échelle de capteurs – formes d'ondes et traitements adaptatifs à l'environnement – Communications spatiales en mobilité (bandes X, Ku et Ka) – Radar adaptatif – Réseaux de capteurs pour détection et communication longue portée en acoustique sous-marine...
- **Maîtrise des rayonnements :** Matériaux composites et méta-matériaux pour optimiser le rayonnement des antennes et la furtivité des plateformes.
- **Gestion du spectre EM :** Cartographie temps réel d'occupation du spectre EM - Partage du spectre entre systèmes (Radar, Guerre Electronique, Communications, ...).

6.4 AXE THEMATIQUE 4 : NANOTECHNOLOGIES

L'axe thématique «Nanotechnologies» est fortement transverse. Il couvre d'une part l'exploitation des phénomènes physiques ou chimiques nouveaux n'apparaissant qu'aux dimensions nanométriques (pour des applications clairement identifiées), et d'autre part le développement de nouveaux composants ou dispositifs qui, même s'ils ne sont pas de dimensions nanométriques, sont obtenus par des techniques de fabrication issues de la microélectronique, garantissant une réduction de l'encombrement, du poids, de la consommation énergétique et des coûts, ainsi qu'une amélioration des performances. Il est essentiellement connecté aux axes ondes acoustiques et radioélectriques, matériaux/chimie/énergie, photonique, biologie et biotechnologies. En conséquence, les projets seront rattachés à l'axe le plus proche au niveau des compétences requises durant son déroulement.

A noter : dans le cadre des applications Défense, les composants et dispositifs sont amenés à devoir fonctionner sur une large gamme de températures et en environnements sévères. Ces contraintes doivent être prises en considération dès la conception.

Les perspectives opérationnelles du domaine pour la défense et la sécurité concernent essentiellement :

- **la protection du combattant :** protection vis à vis des menaces BC-E (Biologique, Chimique et Explosifs) ou de toutes autres menaces (tirs...) ; Amélioration de la vision nocturne en bande visible et proche infrarouge (filère CMOS et InGaAs)
- **le guidage/navigation, la localisation indoor :** développement de nouveaux concepts, amélioration des performances (précision, continuité, robustesse mécanique...)
- **la détection des menaces et la protection contre les menaces :** développement de composants permettant d'améliorer et de simplifier les architectures des chaînes radar et des systèmes de guerre électronique, en prenant aussi en compte l'évolution de la taille des porteurs (drones) ;
- **les communications :** accroissement du débit, de la portée, de l'agilité et de la furtivité.

Cet axe thématique Nanotechnologies se décompose selon les 6 sous-thèmes suivants :

SOUS-THEME 6.4.1 : MICRO/NANOELECTRONIQUE

- Composants innovants pour chaînes hyperfréquences et communication : composants performants (portée, pouvoir discriminant, ...), miniaturisés, de flexibilité accrue, allant jusqu'aux fréquences (sub) millimétriques, composants opto-hyperfréquences, composants de protection des systèmes...
- Electronique 3D : intégration hétérogène à haute densité de connexions, réalisation de composants avancés et miniaturisés,
- Composants neuromorphiques bioinspirés : intelligence artificielle, big datas...
- Electronique organique et/ou flexible présentant un intérêt spécifique pour la Défense,
- Dispositifs de stockage ou conversion d'énergie compatibles avec les technologies de micro et nanoélectronique,
- Capteurs fonctionnant à haute température (> 250°C) et interrogables à distance,
- Composants et circuits réalisés par fabrication additive (PCB, antennes, filtres, connectique, encapsulation...)
- Packaging 3D innovant, haute température , composants enterrés ... et notamment via la fabrication additive (voir § 6.4.4).

SOUS-THEME 6.4.2 : MICRO ET NANO SYSTEMES (MEMS/NEMS)

- Capteurs inertiels de classe moyenne performance au minimum, basés sur de nouveaux concepts, nouveaux matériaux, visant des réductions de tailles, de coûts, de consommation et une amélioration des performances,
- MEMS RF et packaging associé pour des applications de guerre électronique, chaînes radar et communications,
- Détecteurs de menaces biologiques ou chimiques multicibles (voir § 6.4.5).

SOUS-THEME 6.4.3 : NANOPHOTONIQUE

- Nano-systèmes intégrant des fonctions optiques : nanophotonique intégrée sur silicium, composants opto-hyperfréquences, détection de gaz,
- Détecteurs filière CMOS : CMOS bas bruit , EBCMOS, détecteurs innovants intégrant de l'intelligence au plus proche du pixel (intégration 3D...), imagerie rapide, systèmes de vision bioinspirée. Les applications visées sont le bas niveau de lumière, le spatial, la détection de menaces ...
- Détecteurs filière InGaAs (Visible + SWIR) : augmentation des performances, réduction des coûts...
- Filtres pour applications hyperspectrales dans les bandes visible et SWIR,
- Ecrans OLED ou LEDs de fortes résolution et luminance (microdisplays),
- Intégration de la plasmonique : sources , détecteurs, lentilles, nanoantennes...

SOUS-THEME 6.4.4 : NANOMATERIAUX

- Amélioration des tenues du combattant et des forces de sécurité : textiles fonctionnalisés et intelligents ; tenues protectrices, filtrantes, autodécontaminantes ; réduction des signatures, camouflage passif ou actif.
Ces deux derniers points s'appliquent aussi au matériel,
- Synthèse de 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)...
- Dissipation thermique au niveau composant ou packaging, mettant en jeu des matériaux et/ou procédés innovants,
- 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,
- Fabrication additive (impression 3D), technologies et matériaux spécifiques correspondants pour la réalisation de composants et/ou de modules électroniques (filtres, packaging...),
- Impression 4D présentant un intérêt potentiel pour la Défense.

SOUS-THEME 6.4.5 : NANOBIOLOGIES

- Détecteurs de menaces « biologiques, chimiques, explosifs » multicibles et rapides, présentant à la fois une grande sélectivité et sensibilité ainsi qu'un taux de fausses alarmes réduit,
- Dispositifs de préparations et d'analyses d'échantillons complexes ; micro fluidique associée,
- Technologies innovantes pour le séquençage haut débit de traces d'ADN, compatible d'une utilisation terrain.

SOUS-THEME 6.4.6 : INTEGRATION DE NANODISPOSITIFS

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

- Capteurs autonomes et communicants : détection de menaces, transmission d'une information, aide à la maintenance préventive des équipements...
- Dispositifs de reconnaissance coopérant, non coopérant,
- Centrale inertielle ultra-miniaturisée (IMU),
- Micro/nano-antennes ou réseaux d'antennes miniaturisées, reconfigurables en fréquence, en directivité, pouvant inclure l'électronique de pilotage...
- Systèmes intégrés et miniaturisés de terrain, pour la préparation et l'analyse d'échantillons complexes.

Les priorités affichées pour cet axe sont les suivantes :

- **Fabrication additive pour la réalisation de composants, d'antennes, de modules électroniques 3D performants.**
 - Architectures novatrices permettant une intégration poussée (antennes, filtres, report de composants, composants enterrés ...), fonctionnant dans une large gamme de fréquences (radio et hyperfréquences) et de températures, visant des coûts de réalisation réduits,
 - Développement des technologies hybrides 3D (métal /céramique ou métal/polymère) de résolution améliorée visant à accroître la densité de connexions, et des matériaux spécifiques correspondants.
- **Nano-structuration de surface** permettant l'obtention de propriétés spécifiques et multi-physiques pour le traitement des optiques, des tissus...Ces traitements doivent être robustes et de coûts limités.
- **Nouvelles technologies pour l'équipement du combattant et des forces de sécurité**

- Dispositifs de détection et d'identification des menaces BC-E,
 - Imageurs et écrans innovants,
 - Tissus fonctionnalisés et intelligents, intégration de capteurs de biomonitoring, intégration d'antennes...
 - Technologie innovante pour le séquençage haut débit compatible d'une utilisation terrain.
- **Nouveaux composants pour chaînes hyperfréquences et communication** : Composants miniaturisés, de flexibilité accrue, allant jusqu'aux fréquences submillimétriques ; composants opto-hyperfréquences innovants, MEMS-RF et packaging associé,
 - **Nouveaux composants pour l'inertiel** (classe moyenne performance au minimum)
 - **Composants neuromorphiques ou bioinspirés pour l'intelligence artificielle, le big data...**
 - **Intégration de nanodispositifs** :
 - Capteurs autonomes et communicants, réseau de capteurs,
 - IMU, HUMS,
 - Micro/nano-antennes reconfigurables en fréquence, en directivité,
 - Systèmes intégrés et miniaturisés de terrain pour la préparation et l'analyse d'échantillons complexes.

6.5 AXE THEMATIQUE 5 : PHOTONIQUE

Les enjeux scientifiques de la photonique convergent tous vers le même objectif : mieux voir. L'axe thématique Photonique couvre les technologies relatives à l'utilisation de rayonnements électromagnétiques depuis les ondes THz jusqu'aux rayons γ . Son périmètre est défini par les 4 sous-thèmes suivants :

SOUS-THEME 6.5.1 : SYSTEMES D'IMAGERIE

- Détecteurs : bas niveau de lumière, filière MCT, super-réseau, filière II-VI, circuit de lecture,
- Imagerie pénétrante,
- Imagerie hyperspectrale,
- Imagerie haute résolution,
- Imagerie active,
- Protection de l'observation.

SOUS-THEME 6.5.2 : SOURCES ET SYSTEMES LASERS

- Technologies laser : semi-conducteur, QCL, fibré, solide, OPO,
- Fibres optiques,
- Utilisation des impulsions femtoseconde,
- Techniques de spectroscopie.

SOUS-THEME 6.5.3 : COMPOSANTS OPTIQUES

- Optique adaptative,
- Couches minces : tenue au flux, filtrage spectrale de haute performance,
- Liaison opto-hyper,
- Céramiques laser,
- Optiques moulables,
- Métamatériaux, super-lentilles, cape d'invisibilité...
- Matériau nanostructuré : phénomène d'exaltation, filtres spectraux,
- Plasmonique : sources, détecteurs, nano-antennes.

SOUS-THEME 6.5.4 : OPTIQUE ET INFORMATION QUANTIQUE

- Interférométrie à ondes de matière,
- Senseurs inertiels,
- Calcul et communication quantique.

Les priorités affichées pour cet axe sont les suivantes :

Technologies innovantes pour la détection de matières dangereuses :

- Détection des engins explosifs improvisés (IED) et des agents NRBC,
- Détection à distance de sécurité : LIDAR, imagerie passive,
- Technologies THz, imagerie millimétrique,
- Systèmes compacts d'interrogation neutronique, imagerie X,
- Utilisation des lasers à cascade quantique pour la spectroscopie infrarouge,
- Développement de techniques de spectroscopie Raman dans le domaine UV.

Métamatériaux pour l'optique :

- Source laser UV pour imagerie et diagnostic,
- Matériaux laser : CaF₂, YAG source laser de forte puissance,
- Calchogénures pour verres et fibres,
- Cristaux pour l'optique : oxyde, fluorures, cristaux diélectriques,
- Couches minces optiques,
- Cristaux photoniques, fibres nanostructurées.

Utilisation des lasers à impulsions brèves :

- Laser Téravatts pour contrôle (destructif / non destructif) à distance,
- Contre-mesures IR (IRCM, DIRCM) pour autoprotection des systèmes.

6.6 AXE THEMATIQUE 6 : MATERIAUX, CHIMIE ET ENERGIE

Les matériaux, la chimie et l'énergie sont intimement liés dans l'organisation de la matière et de ses différents états. Ce sont les liens entre la structure, les propriétés et les procédés de mise en œuvre qui permettront d'optimiser les solutions technologiques d'emploi des matériaux.

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

Les procédés de rupture dans les technologies de mise en œuvre des matériaux, dans les technologies d'assemblage font également partie des axes importants à aborder dans le domaine scientifique, tant d'un point de vue expérimental que par le biais de la modélisation et de la simulation. Pour cela, on profitera des avancées dans le domaine des données et des moyens de calcul.

L'allègement et la multifonctionnalité sont des objectifs à considérer.

La recherche d'alternatives et de solutions à la raréfaction des énergies fossiles et bon marché, les difficultés économiques ou géologiques d'approvisionnement futur de certaines matières premières et l'obligation de contribuer autant que possible et en toutes circonstances au respect de l'environnement et aux réglementations en vigueur le concernant (REACH) sont des sujets pris en compte dans nos priorités pour répondre aux enjeux et défis sociétaux actuels et futurs.

L'énergie s'impose également comme un secteur de première importance. Tous les systèmes en consomment et la gestion de celle-ci dans les systèmes, ainsi que la réduction de la consommation, constituent des défis majeurs où la recherche est primordiale. Il va être très rapidement nécessaire de disposer de nouvelles sources et de systèmes allégés pour le nomadisme.

Les axes prioritaires pour chacun des sous-thèmes de cet axe sont les suivants :

SOUS-THEME 6.6.1 : MATERIAUX

- Matériaux architecturés multifonctionnels,
- Biomimétisme,
- Matériaux auto-réparants ou auto-adhérents,
- Concepts avancés pour blindage et protection,
- Matériaux à faible signature,
- Contrôles non destructifs : nouveaux procédés et capteurs innovants,
- Vieillesse, durabilité : effets, compréhension, prédiction,
- Tenue en environnement sévère,
- Approche multi-échelle des propriétés des matériaux et des structures.

SOUS-THEME 6.6.2 : CHIMIE

- Solutions anticorrosion,
- Traitements de surface et revêtements, fonctionnalisation et smart coatings,
- Miniaturisation des systèmes de détection des traces de pollution d'origine chimique, toxique ou d'explosifs,
- Méthodes de neutralisation ou de décontamination associées,

SOUS-THEME 6.6.3 : ENERGIE

- Synthèse, propriétés et durabilité des matériaux énergétiques pour la propulsion (hors nouveaux carburants et carburéacteurs de synthèse) et pour les poudres et explosifs,
- Techniques et matériaux pour le stockage d'énergie électrique, en particulier adaptés à une utilisation en régime impulsif,
- Systèmes robustes (supportant des environnements sévères) et légers pour la récupération des énergies non fossiles en vue d'applications nomades.

6.7 AXE THEMATIQUE 7 : BIOLOGIE ET BIOTECHNOLOGIES

L'axe thématique « Biologie et biotechnologies » 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. Les orientations scientifiques et technologiques visent en priorité à améliorer nos capacités d'analyse, de détection, d'investigations criminalistiques ainsi que de protection physique et médicale face aux risques NRBC. Défense et sécurité y sont indissociables.
- le deuxième volet concerne **la santé du militaire en opération extérieure**. Ces travaux devront prendre en compte les spécificités liées à l'environnement militaire. Les orientations portent sur la traumatologie, la médecine d'urgence de terrain ainsi que sur la maîtrise de risques sur l'homme liés à l'environnement opérationnel défense.

Les axes prioritaires pour chacun des sous-thèmes de cet axe sont les suivants :

Risques NRBC :

SOUS-THEME 6.7.1 : EVALUATION ET MODELISATION DES RISQUES NRBC

- Connaissance et caractéristique des agents RBC
 - Effets sur l'homme, les animaux, ou les plantes,
 - Approche globale sans cloisonnement entre santé humaine, animale et végétale,
 - Diversité des agents biologiques,
 - Occurrence, survie et dégradation dans l'environnement,
 - Nouveaux risques chimiques.
- Modélisation, simulation et prédiction des risques
 - Diffusion des agents RBC dans le milieu ambiant
 - Modélisation de l'effet des agents RBC et des contre-mesures médicales.

SOUS-THEME 6.7.2 : DETECTION, IDENTIFICATION

- Collecteurs portatifs d'aérosols, vapeurs et surfaces,
- Traitement et conservation d'échantillons complexes environnementaux
 - o Purification, tri, concentration,
 - o Extraction d'acides nucléiques en traces ou dégradés,
- Technologies de multiplexage, rapides, sensibles, spécifiques
 - o Systèmes intégrés, miniaturisés, portatif
 - o Nouvelles technologies ADN miniaturisées (séquençage),
- Détection et identification biologique large spectre, sans à priori
- Caractérisation du « bruit de fond » environnemental biologique et chimique
 - o Atmosphérique ou surfacique,
 - o Rural, urbain, indoor...

SOUS-THEME 6.7.3 : FILIERE DE LA PREUVE

- Identification de l'origine d'une contamination ou agression biologique
 - o Outils de typage moléculaire,
- Séquençage haut débit et bioinformatique associée (bases de données et leur traitement)
 - o Analyse de modifications fines du génome,
- Identification d'agents chimiques et toxines
 - o Analyse de traces (signant une voie de synthèse),
 - o Protocoles adaptés aux échantillons environnementaux et biologiques (humains, animaux).

SOUS-THEME 6.7.4 : PROTECTION

- Matériaux et media filtrants adaptés aux conditions opérationnelles
 - o Matériaux filtrant à haute efficacité RBC : tissus, cartouches de masques, filtres...
 - o Modélisation des interactions solides-vapeurs,
- Gestion des interfaces dont masque-visage (modélisation dynamique, impression 3D de matériaux souples...)
- Capteurs embarqués de contrôle d'efficacité en temps réel ((dé)pression dans un masque, perméabilité d'un tissu...).

SOUS-THEME 6.7.5 : DECONTAMINATION

- Approches innovantes (épuration, phages, nanoparticules, biologie de synthèse, techniques physiques)

- Décontamination « douce » non destructive des matériels/surfaces
 - o Systèmes non liquides (mousses, vernis...), procédés physiques (adaptés à des gros équipements),
- Décontamination corporelle (peau saine et lésée)
 - o Nouvelles formulations et galéniques de solutions liquides (topique protecteur),
- Contrôle de contamination et levée de risque
- Matériaux non contaminables ou auto-décontaminants.

SOUS-THEME 6.7.6 : CONTRE-MESURES MEDICALES

- Diagnostic précoce pré symptomatique (biomarqueurs d'exposition)
- Nouvelles voies de prévention et de thérapeutique contre le risque biologique actuel et émergent
 - o Antimicrobiens et antitoxines à large spectre,
 - o Approche large spectre ciblant l'hôte (réponse immunitaire innée, récepteurs...),
 - o Alternative ou complément aux antibiotiques (phagothérapie),
- Prévention et traitement des intoxications par les neurotoxiques organophosphorés et composés apparentés (séquelles neurologiques à long terme, myosis),
- Brûlure chimique : physiopathologie et traitement
- Dosimétrie radiologique de terrain, « tri » des personnes en post-exposition.

Santé du militaire en opération :

SOUS-THEME 6.7.7 : TRAUMATOLOGIE

- Médecine réparatrice
 - o Réparation tissulaire (peau/os/muscle),
 - o Cellules souches, bioimpression, biomatériaux innovants,
 - o Modèles animaux (trauma, blast),
 - o Lésions neuronales.

SOUS-THEME 6.7.8 : MEDECINE D'URGENCE DE TERRAIN

- Prise en charge précoce du choc hémorragique et de ses complications (défaillance d'organes aigue, contrôle des saignements, coagulopathie, épuration du sang...)
- Traumatisme crânien
- Oxygénation de terrain (extracteur d'O2 robuste et mobile...).

SOUS-THEME 6.7.9 : RISQUES POUR L'HOMME LIES A L'ENVIRONNEMENT OPERATIONNEL

- Toxicologie liée aux systèmes d'armes, dont notamment
 - o Toxicité des mélanges gaz-particules (CO/plomb, HCL/alumine)
 - o Modélisation de la cinétique d'absorption du CO dans l'organisme
 - o Effet d'une exposition continue au CO2
- Traumatisme sonore
- Thermophysologie.

6.8 AXE THEMATIQUE 8 : HOMME ET SYSTEMES

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

- [1] Préserver la **santé** et la **sécurité** des utilisateurs des systèmes technologiques exploités dans le cadre des opérations militaires, voire aider par la technologie à les restaurer²⁰ lorsqu'elles ont été mises à mal ;
- [2] Accroître l'**efficience**, immédiate et dans la durée, des systèmes sociotechniques composés d'hommes et de technologies ;
- [3] Prendre en compte la dimension **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). Si des travaux fondamentaux sont nécessaires pour contribuer aux trois objectifs mentionnés supra, les recherches écologiques retiendront d'autant plus notre attention afin de pouvoir les aider à progresser en maturité technologique, pour contribuer ensuite à des opérations et programmes d'armement.

Les priorités 2018 pour chacun des sous-thèmes de cet axe sont recensées ci-dessous.

SOUS-THEME 6.8.1 : MAITRISE DES RISQUES POUR L'HOMME LIES A L'ENVIRONNEMENT OPERATIONNEL

Pour préserver la santé et la sécurité de nos soldats, des travaux de recherche notamment pour compléter les connaissances scientifiques sur les risques à suivre en environnements militaires (valeurs seuils, actions combinées, ...), mais aussi des innovations pour mesurer, prévenir, protéger contre ces risques sont appelés :

²⁰ en lien avec l'axe 7 biologie & biotechnologies / santé du militaire en opération

- Régulation thermophysiological en environnements extrêmes (chaud, froid, humide, sec, venteux, ...) et systèmes de monitoring et de protection envisageables (en lien avec l'axe thématique 7)
- Exposition aux bruits impulsifs et continus (en lien avec l'axe thématique 7)
- Effets sur l'homme des menaces balistiques et du blast
- Mobilisation des ressources physiques et cognitives en environnement opérationnel (pression, accélérations, oxygénation, ...)
- Gestion de la fatigue physique (musculaire, articulaire, ...), cognitive (ie. saturation, épuisement, ...) et psychologique (sérénité, motivation, ...)
- Gestion du stress et des émotions et de leurs interactions avec les fonctions physiques et cognitives mobilisées pour accomplir la mission
- Prévention et protection contre les risques de syndromes post traumatiques (les activités thérapeutiques post traumatisme sont exclues et relèvent des compétences du service de santé des armées)
- Récupération et sommeil.

NB : D'autres risques sont à considérer pour œuvrer à la préservation de la santé et de la sécurité des soldats. Les risques toxicologiques (résidus pyrotechniques, gaz d'échappement, mélanges, environnement confinés, ...) sont à aborder via l'axe thématique 7. Les risques liés aux rayonnements électromagnétiques sont à aborder via l'axe thématique 3.

SOUS-THEME 6.8.2 : RECHERCHE DE L'EFFICACITE OPERATIONNELLE DES SYSTEMES SOCIOTECHNIQUES

Pour chercher à optimiser l'efficacité de nos systèmes d'armes ou d'information mis en œuvre par des hommes et formant de facto des systèmes sociotechniques, des travaux de recherche et le développement d'innovations technologiques sont encouragés sur les thèmes suivants ; soit en lien avec les axes 1 et 10, notamment travaux sur la fouille de données, les hauts flux d'informations, le big data, le machine learning et l'IA :

- Masquage de la complexité, simplification et naturalité des échanges (filtrage informationnel et fonctionnel, guidage, affordance, gestion et protection contre les erreurs, personnalisation, ...) pour une exploitation opérationnelle en environnements contraignants, voire hostiles, devant être maintenue 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 ou hybride, spatialisation de l'information ...)
- Assistance à la perception, à l'analyse et à la compréhension de la situation tactique, opérative ou stratégique et au décryptage des jeux d'influence et manœuvres en cours
- Gestion et collaboration avec des formes d'intelligences artificielles, partage d'autorité

- Optimisation des collectifs pour faciliter le travail et le combat collaboratif (homme-homme, hommes-technologies)

soit, comme travaux spécifiques Hommes & Systèmes :

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

SOUS-THEME 6.8.3 : PRISE EN COMPTE DE LA DIMENSION EMOTIONNELLE

Pour ne pas aborder l'homme comme s'il était seulement une unité de traitement de l'information faisant usage de systèmes technologiques, il est important de mener des travaux de recherche et d'intégrer au développement d'innovations technologiques la dimension émotionnelle qui influe 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, adhésion et acceptation 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
- Opérations d'influence, systèmes technologiques d'intimidation et de désinformation.

SOUS-THEME 6.8.4 : USAGE DE LA TECHNOLOGIE AU PROFIT DU SOLDAT BLESSE

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

6.9 AXE THEMATIQUE 9 : ENVIRONNEMENT ET GEOSCIENCES

Les enjeux du domaine « Environnement et Géosciences » sont de connaître et de décrire au mieux l'environnement physique ainsi que 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 trois compartiments de notre « système Terre » **Océan, Continent, Atmosphère** tout en gardant à l'esprit les interactions entre eux.

Les axes prioritaires pour chacun des sous-thèmes de cet axe sont les suivants :

SOUS-THEME 6.9.1 : OCEAN

- Gravimétrie et géomagnétisme pour l'amélioration de la bathymétrie, cartographie des fonds marins, sédimentologie.
- Turbidité de la colonne d'eau, température de surface, houle, états de mer, tourbillons et impacts acoustiques, courants, marées, glaces (observation des ruptures d'icebergs, transport de blocs).
- Impact des activités opérationnelles sur la faune.
- Connaissance du littoral (trait de côte, cartographie, constitution).

SOUS-THEME 6.9.2 : CONTINENT

- Nature, humidité, absorption, portance, rugosité des sols.
- Détermination de la présence de cavités, nature du sous-sol.

SOUS-THEME 6.9.3 : ATMOSPHERE

- Météorologie de l'espace, caractérisation des événements solaires, identification, compréhension et prévision des interactions avec satellites, magnétosphère ou ionosphère, quantification de l'impact sur les activités opérationnelles.
- Météorologie et physique de l'atmosphère : turbulences, vents, cyclones.
- Formation et dissipation des nuages précipitants et des brouillards.
- Phénomènes électriques (foudre, orages).
- Transport des aérosols (cendres volcaniques, sables, aérosols marins...) ou gaz.

6.10 AXE THEMATIQUE 10 : PRIORITES INTERDISCIPLINAIRES

L'innovation des projets ASTRID bénéficie souvent largement du croisement des disciplines et des technologies. Comme les années précédentes, des approches interdisciplinaires se rapportant à plusieurs axes thématiques ci-dessus (axes 1 à 9) ont leur place dans le cadre de cet appel à projets. Les travaux interdisciplinaires et transdisciplinaires sont encouragés.

Deux priorités interdisciplinaires sont mises en exergue.

**SOUS-THEME 6.10.1 « BIG DATA, FOUILLE DE DONNEES, DATA-DRIVEN IA, MACHINE LEARNING,... »,
FONDEMENTS, OUTILS ET USAGES**

Dans le cadre de la transformation numérique des organisations (interconnexion de nombreux SIC) mais aussi de l'intégration de modules d'intelligences artificielles dans de nombreux systèmes militaires (IA) rendant les systèmes technologiques plus ou moins autonomes, il convient de profiter de la convergence de nombreuses disciplines (informatique avancée, data science, sciences cognitives, nano et biotechnologies) pour produire de nouvelles connaissances sur au moins trois points :

- l'optimisation de ces systèmes hybridés et l'amélioration de leur méthode de conception, vérification, validation, maintien en conditions opérationnelles (recherche pour améliorer l'ingénierie des systèmes complexes, ...)
- l'amélioration des méthodes d'objectivation des performances et d'analyse de la valeur des systèmes complexes intégrant des modules d'intelligences artificielles
- l'étude et les méthodes d'évaluation de leur fiabilité, leur sûreté de fonctionnement, leur robustesse et leurs vulnérabilités, leur résilience.

L'enjeu de cet axe thématique est de susciter des rapprochements entre ces communautés sur des problématiques d'intérêt défense et de susciter des travaux fondamentaux, aujourd'hui en nombre encore trop réduit. Ces nouvelles approches de l'IA vont faire émerger une problématique « big data, fouille de données, data-driven IA, machine learning, ... » pour les systèmes de commandement et d'aide à la décision (partager les informations au bon niveau et en temps utile, trouver les signaux faibles/très faibles dans des données massives, ...).

SOUS-THEME 6.10.2 : SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES (SHS)

A ces travaux sur la transformation numérique des organisations et des systèmes technologiques s'ajoutent l'évolution des comportements cognitifs et sociaux. Ces approches de traitement des données influent ou influenceront pour une part sur les modes de pensée et d'action et d'autre part sur la conception, l'ingénierie et l'usage des systèmes.

Une spécificité majeure des systèmes militaires est le besoin de garantie des performances dans des conditions qui peuvent être extrêmes. Ce besoin est souvent antagoniste d'une approche compartimentée lors de la conception. D'où l'importance de décloisonner également les activités de recherche et d'exploiter selon tous les axes métiers possibles, les informations issues d'un plus en plus grand nombre et variétés de capteurs.

Les SHS seront donc aussi concernées pour les applications envisagées à long terme mais déjà dimensionnantes dans les travaux à bas TRL.

Les travaux attendus en SHS doivent permettre :

- d'identifier ou de revisiter des concepts ou des couplages qui conditionnent la compréhension, la définition, la conception et l'usage des systèmes avec les usages ou les modes de travail induits par les choix et réalisations techniques à différentes échelles (de l'individuel au grand collectif)
- de faire évoluer les connaissances, les méthodes et les outils en ingénierie système et ceux relatifs à la conduite du changement socioprofessionnel
- de proposer de nouvelles approches, méthodes et outils pour améliorer la créativité des individus et des groupes
- de bâtir les systèmes autrement que seulement guidés par les approches techniques ou les infrastructures en participant à la compréhension, au développement et à l'amélioration :
 - o de l'innovation dans les grands programmes industriels (cf. usine 4.0) pour les transposer aux grands programmes d'armement ou de sécurité
 - o des systèmes et concepts de cyberdéfense, sécurité et renseignement, surveillance et observation, protection des infrastructures critiques qui pourraient bénéficier d'une approche sociologique, sociétale, juridique, économique, information design,... en résonance avec des travaux en ingénierie de l'information (axe thématique 1),
 - o de la gestion des systèmes en crise ou des systèmes de coalition de suivi et gestion de crise
 - o Des moyens d'analyse et d'interaction avec les grands flux de données permettant d'identifier à l'échelle nationale ou transnationale des dynamiques d'opinion, des biais cognitifs ou de raisonnement collectivement partagés, des phénomènes de contagion, l'émergence et la manipulation de nouvelles tendances, la mise au point de contre-mesures adaptées.

7. ANNEXE 2 : DOCUMENTS A FOURNIR

7.1. FORMULAIRE EN LIGNE

Les informations non exhaustives suivantes sont à saisir en ligne (le lien vers le site de soumission est disponible sur la page de publication de l'appel à projets sur le site de l'ANR dont l'adresse est précisée page 1) :

- Identité du projet (acronyme, titre en français et en anglais, durée, ...);
- Identification du Partenaire (nom complet, sigle, catégorie du Partenaire et base de calcul pour l'assiette de l'aide; type et numéro d'unité, tutelles gestionnaire et hébergeante pour un laboratoire d'un organisme de recherche; le numéro de SIRET; les effectifs pour les Entreprises...);
- Identification des Responsables scientifiques et adresse de réalisation des travaux;

- Données financières (réparties par poste de dépense et par Partenaire) ;
- Résumés scientifiques (4000 caractères maximum par champ) : résumé scientifique (non confidentiel) du projet en français et en anglais, objectifs globaux, verrous scientifiques/techniques, programme de travail et retombées scientifiques, techniques, économiques. *Ces résumés sont, entre autres²¹, destinés à être transmis pour solliciter les experts dans le cadre du processus de sélection. Il est recommandé d'apporter un soin particulier à la rédaction de l'exposé de l'objet de votre proposition de projet afin de favoriser les conditions d'un accord des experts sollicités et de permettre une évaluation appropriée de la proposition ;*
- Experts non souhaités pour l'évaluation de la proposition (information optionnelle).

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

Il est fortement conseillé :

- de commencer la saisie en ligne des données administratives et financières au plus tard une semaine avant la clôture de l'appel à projets,
- d'enregistrer les informations saisies sur le site de soumission avant de quitter chaque page,
- de ne pas attendre la date limite de clôture de l'appel à projets pour finaliser la procédure de soumission de la proposition de projet.

Les coordinateurs scientifiques des propositions de projet recevront un accusé de soumission²² 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 soumission ET que la demande d'aide ait été complétée (total non nul).

7.2. ENGAGEMENT DES DEPOSANTS

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

Pour les vérifications d'éligibilité (voir paragraphe 3.2), la proposition de projet est considérée comme complète si, à la date indiquée page 2, chaque responsable scientifique de chaque partenaire a bien signifié son engagement d'information à sa hiérarchie.

Les partenaires d'un projet soumis dans cet appel doivent prendre connaissance du règlement relatif aux modalités d'attribution des aides de l'ANR. Le non-respect de ces clauses

²¹ Les résumés des projets sélectionnés sont destinés à être mis en ligne ultérieurement

²² Cet accusé de réception ne vaut pas complétude et conformité du dossier

règlementaires pourra constituer un motif d'arrêt du financement du projet et de reversement de l'aide perçue si celui-ci venait à être sélectionné.

7.3. DOCUMENT SCIENTIFIQUE

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

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

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

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

Première page (en gras) :

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

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

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

I. Pertinence de la proposition au regard des orientations de l'appel à projets

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

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

Introduire globalement le problème traité dans le projet et son positionnement par rapport au contexte de l'appel à projets et de ses axes thématiques. Le caractère spécifique dual, civil et militaire, de la recherche proposée devra être présenté de façon claire. En

fonction des objectifs du projet, le positionner par rapport à des enjeux sociaux, économiques, réglementaires, environnementaux, industriels, etc. au niveau national, européen et international.

I.1 CONTEXTE ET ENJEUX ECONOMIQUES ET SOCIETAUX

cf ci-dessus.

I.2 CONTEXTE ET RETOMBEEES 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 § 6, Axes Thématiques, du texte de l'appel à projet*
- *Indiquer si le projet s'inscrit dans la continuité de projet(s) antérieurs déjà financés par la DGA (les résultats des études antérieures seront exposés au §II).*

II. POSITIONNEMENT ET OBJECTIFS DE LA PROPOSITION DE PROJETS

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

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

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

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

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

des résultats obtenus et décrire clairement les nouvelles problématiques posées et les nouveaux objectifs fixés.

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

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

III. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET

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

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

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

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

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

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

III.1 PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET STRUCTURATION DU PROJET

III.2 MANAGEMENT DU PROJET

III.3 DESCRIPTION DES TRAVAUX PAR TACHE

TACHE 1

TACHE 2

Etc.

III.4 CALENDRIER DES TACHES, LIVRABLES ET JALONS

III.5 JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDES²³

PARTENAIRE 1 : XXX

- Instruments et matériels
- Bâtiments et terrains
- Personnel

Le soutien financier d'une thèse ne peut pas être accordé dans le cadre du programme ASTRID. Les partenaires devront apporter la garantie du financement des thèses futures envisagées.

- Prestations de service (et droits de propriété intellectuelle)
- Missions

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

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

PARTENAIRE 2 : XXX

IV. PRESENTATION DU PARTENARIAT

A titre indicatif : de 2 à 6 pages pour ce chapitre, en fonction du nombre de partenaires. Le contenu de cette section permet d'apprécier le critère d'évaluation « qualité du consortium ».

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

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

IV.1 DESCRIPTION, ADEQUATION ET COMPLEMENTARITE DES PARTENAIRES

IV.2 QUALIFICATION DU COORDINATEUR DU PROJET

IV.3 QUALIFICATION, ROLE ET IMPLICATION DES PARTICIPANTS

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

Partenaire	Nom	Prénom	Emploi actuel	Nationalité	Implication sur la durée totale du projet en Personne.mois*	Rôle & Responsabilité dans le projet (4 lignes max)
<i>Par ex. Université X/ Société Y</i>	<i>Nom</i>	<i>Prénom</i>	<i>Par ex.Professeur</i>		<i>d</i>	<i>Par ex. Coordinateur scientifique + explications en 4 lignes maximum</i>
						Responsable scientifique (partenaire n°x)
						Autre membre (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). On précisera l'implication dans des projets européens ou dans d'autres types de projets nationaux ou internationaux. Expliciter l'articulation avec les travaux proposés.

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

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

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

Présenter les stratégies de valorisation des résultats :

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

²³ La présentation des postes de dépenses du présent document est indicative. Il est conseillé de consulter le règlement financier applicable et de se conformer éventuellement aux rubriques du site de soumission

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

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

VI. ASPECTS ETHIQUES

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

ANNEXES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

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

...

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

8. ANNEXE 3 : ECHELLE DES TRL

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

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