

# PHOTONIQUE

Responsable : Sylvie PAOLACCI-RIERA

[sylvie.paolacci-riera@intra.defense.gouv.fr](mailto:sylvie.paolacci-riera@intra.defense.gouv.fr)

Tél : [09 88 67 09 10](tel:0988670910)

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

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

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

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

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

## **SOUS-THEME : SYSTEMES D'IMAGERIE**

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

Il regroupe :

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

#### **SOUS-THEME : SOURCES ET SYSTEMES LASERS**

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

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

#### **SOUS-THEME : COMPOSANTS OPTIQUES ET OPTO-MECANIQUE**

Ce sous-thème couvre les:

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

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

### **SOUS-THEME : OPTIQUE ET INFORMATION QUANTIQUE**

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

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

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

- Techniques et technologies pour la miniaturisation des systèmes optroniques par l'utilisation notamment d'optiques non conventionnelles et/ ou par co-conception (optique/capteurs/traitements)
- Nouveaux méta matériaux optiques (techniques d'optimisation, fabrication)
- Technologies et techniques pour la détection de matières dangereuses à distance (explosifs, agents biologiques ou chimiques)
- Techniques et technologies pour « voir » en conditions de propagation dégradées (pluie, brume, turbulences, sable ou à travers la végétation, ...)

- Miniaturisation des capteurs quantiques pour la détection RF, magnétométrie, les senseurs inertiels (à base d'atomes froids, de centre NV, ou de nouveaux matériaux)
- Technologies et techniques innovantes pour le développement de sources laser en bande SWIR compactes, à fort rendement avec une très bonne qualité optique en régime impulsionnel