

**Le Centre de Recherche
de l'École de l'air et de l'espace
UR 09.401**



RECRUTE

Intitulé du poste : Postdoctorat en Surveillance Haute Elevation par Radar PASSif

Lieu de travail : Centre de Recherche de l'École de l'air et de l'espace– CREA
Salon de Provence – Bouches du Rhône - France

Champ scientifique principal : radar passif, GNSS, très haute altitude, estimation, détection

Catégorie : A

Type de contrat : CDD

Durée du contrat : 18 mois

Quotité de travail : Temps complet

Date d'affectation souhaitée : à partir du 01^{er} novembre 2026

PRÉSENTATION DE L'ENVIRONNEMENT PROFESSIONNEL

L'École de l'air et de l'espace est une grande école militaire (ayant le statut d'EPSCP-GE) implantée à Salon-de-Provence, habilitée à délivrer le titre d'ingénieur. Elle est membre de la Conférence des Grandes Écoles et du groupe ISAE (SUPAERO, ENSMA, ESTACA, École de l'air). Elle a notamment la charge de la formation initiale de l'ensemble des officiers de l'armée de l'Air et de l'Espace.

PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

Le Centre de recherche de l'école de l'air et de l'espace (CREA), est l'unité de recherche pluridisciplinaire de l'École de l'air et de l'espace. Il est en lien étroit avec la Base aérienne 701, ce qui lui offre la capacité rare d'accéder à des moyens aéronautiques comme des aéronefs ou des zones de vol. Il entretient également des partenariats avec de grands acteurs de la défense et de l'aéronautique (DGA, CEA, ONERA, Dassault Aviation, pôle de compétitivité SAFE) mais aussi académiques (Aix-Marseille-Université, écoles du groupe ISAE, IRSEM...).

Le CREA est composée d'une trentaine d'enseignants chercheurs répartis dans de nombreuses disciplines : histoire, sociologie, sciences politiques, mathématiques, mécanique des fluides et des structures, sciences cognitives, informatique, traitement du signal. Ses membres conduisent des recherches académiques ayant un objet commun : les déterminants de l'évolution de l'emploi militaire des systèmes aéronautiques et spatiaux.

DESCRIPTION DU POSTE

Contexte du projet

Avec le développement rapide des technologies aérospatiales, la très haute altitude (THA) fait l'objet d'une compétition accrue, à la fois pour ses atouts opérationnels et pour les défis qu'elle pose en matière de souveraineté. Désignant la bande d'atmosphère comprise entre 20 et 100 kilomètres d'altitude, la THA marque la transition du milieu aérien traditionnel vers l'espace extra-atmosphérique. Deux principaux types d'objets ont vocation à y manœuvrer : les High Altitude Permanent Systems dits HAPS, adaptés aux missions de renseignement ou de télécommunication (ballons stratosphériques, dirigeables statiques) ; les objets hypervéloces, destinés à atteindre des cibles en profondeur (missiles balistiques ou de croisière, planeurs).

Dans ce contexte, l'objectif du projet Surveillance Haute Elevation par Radar PASSIF (SHERPA) financé par l'Agence Innovation Défense (AID) est d'apporter une contribution méthodologique et une contribution expérimentale à l'étude et au développement d'un système de détection et de suivi pour un radar passif multistatique dédié à la surveillance de l'espace atmosphérique et exo-atmosphérique en utilisant des signaux GNSS. **Il s'agit d'évaluer la possibilité de déploiement de systèmes embarqués sur ballons stratosphériques, utilisant les signaux GNSS comme source d'opportunité. Les méthodes d'estimation et de détection étudiées seront multi-récepteurs, multifréquences et multiconstellations.** De plus, afin de réaliser la poursuite d'objets au cours du temps, il sera nécessaire d'avoir une position précise des récepteurs, robuste aux interférences. En complément de l'étude théorique, il s'agit également de travailler sur une étude de mise en œuvre de ce type de radar, au travers l'enregistrement de données I&Q sur un réseau de récepteurs GNSS (au minimum deux), données exploitées en post-traitement sous Matlab par les méthodes développées lors de l'étude.

Missions

Le post-doctorant retenu travaillera sur la première phase théorique du projet.

- L'objectif est de travailler sur un premier verrou scientifique lié au **bilan de puissance du signal**, c'est à dire à la puissance du signal utile disponible à la réception, élément essentiel pour l'évaluation de la viabilité d'un tel système [1]. Sur cet axe, il conviendra de travailler sur une **modélisation** et une **simulation du problème** dans un contexte multirécepteur, multifréquence et multiconstellation.
- Le second objectif consistera à développer une **méthode de traitement du signal adapté** au modèle de signal, au modèle de récepteur et à la dynamique du système [2, 3, 4].
- Un dernier verrou scientifique concerne la **prise en compte de l'effet de la forte dynamique** de l'émetteur et des cibles hypervéloces sur le signal, la gestion du Doppler n'étant pas standard dans les ordres de grandeur attendus. De plus, l'angle de réflexion/diffraction du signal va changer relativement aux cinématiques de l'émetteur, de la cible et des récepteurs. Ainsi, la nature de la réflexion/diffraction va varier au cours du temps, sans hypothèse a priori sur la loi de fluctuation de ces cibles. Il faudra donc **évaluer des bornes de performances associées** à cette modélisation et utiliser des estimateurs adaptés [5]. Une attention particulière sera portée sur la gestion des faibles Doppler à fort angle de bistatisme.

Les travaux de recherche devront être valorisés par des publications dans des revues scientifiques et des participations à des colloques ou des séminaires nationaux et internationaux.

Le candidat travaillera sur la base aérienne de Salon-de-Provence, dans les locaux du Centre de recherche de l'école de l'air et de l'espace (CREA). Des déplacements sont à prévoir à l'ISAE-SUPAERO à Toulouse.

Il collaborera avec les chercheurs impliqués dans le projet AID SHERPA, soit Cyril Cano (cyril.cano@ecole-air.fr), Agnès Santori et Émile Ghizzo au CREA et Éric Chaumette et Gaël Pages à l'ISAE-SUPAERO.

Le Centre de Recherche de l'École de l'Air et de l'Espace (CREA) a une expertise en système de radar passif, que ce soit au sol ou en aéroporté. Le centre de recherche est intégré dans la communauté européenne défense du domaine du radar passif au travers de groupes OTAN et de participation à des workshops et conférences du domaine. Jusqu'à maintenant, l'expertise du centre de recherche se concentrait sur les aspects télécommunication (pour les signaux d'opportunité) et expérimentation. Depuis peu, l'objectif est de développer une expertise en méthodes théoriques d'analyse et de détection ainsi que dans le domaine de la THA.

L'équipe NAVIR2 eS de l'ISAE-SUPAERO s'intéresse à l'étude théorique des sources d'information ainsi qu'aux approches d'hybridation dans le cadre d'application de navigation autonome de véhicules. L'équipe a une expertise en analyse de performances d'estimation et de détection dans le cadre du radar ainsi qu'en détection et analyse de signaux GNSS, notamment en réflectométrie (GNSS-R). L'équipe a actuellement un projet École AID 2024/2027 intitulé "surveillance spatiale par réflectométrie GNSS" dont les retombées et les éléments de démonstration alimenteront le projet SHERPA.

Références

- [1] Adriano Rosario Persico, Paul Kirkland, Carmine Clemente, John J. Soraghan, and Massimiliano Vasile. Cubesat-based passive bistatic radar for space situational awareness : A feasibility study. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 55(1) :476–485, 2019.
- [2] Diego Cristallini and Daniel W. O'Hagan. Passive Radars on Moving Platforms. The Institution of Engineering and Technology, 2023.
- [3] Fabrizio Santi, Federica Pieralice, and Debora Pastina. Joint detection and localization of vessels at sea with a gnss-based multistatic radar. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 57(8) :5894–5913, 2019.
- [4] Fabrizio Santi, Debora Pastina, and Marta Bucciarelli. Experimental demonstration of ship target detection in gnss-based passive radar combining target motion compensation and track-before-detect strategies. Sensors, 20(3), 2020.
- [5] Hamish McPhee, Lorenzo Ortega, Jordi Vilà-Valls, and Eric Chaumette. Accounting for acceleration—signal parameters estimation performance limits in high dynamics applications. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 59(1) :610–622, 2023.

PROFIL RECHERCHÉ / COMPÉTENCES REQUISES

- Doctorat en traitement statistique du signal ou domaine connexe;
- Compétences en théorie de la détection/de l'estimation, GNSS, radar bienvenues;
- Compétence en programmation Matlab ou Python nécessaires ;
- Autonomie et curiosité.

INFORMATIONS PRATIQUES

- Restauration sur place avec contribution employeur, crèches et écoles à proximité, accès aux installations sportives de l'établissement ;
- Protection sociale complémentaire ;
- Parking sur site ;
- Comités social et des fêtes très actifs.

DÉPÔT DES CANDIDATURES

Les pièces listées ci-dessous devront être transmises à l'adresse mail recrutement@ecole-air.fr ou via le site internet de l'École de l'air et de l'espace – rubrique emploi UNIQUEMENT après une prise de contact avec le référent scientifique :

- un CV académique,
- une lettre de motivation,
- copie des diplômes,
- une lettre de recommandation.

Tout dossier incomplet ne sera pas pris en compte.

- **Supérieur hiérarchique direct** : Lieutenant-Colonel Jaffard– Directrice du CREA
 - Email : magali.jaffard@ecole-air.fr
 - **Référent scientifique** : Cyril CANO – Enseignant-chercheur - cyril.cano@ecole-air.fr
 - **Bureau Gestion Collective RH – Personnels civils** :
- Tél. : 04.13.93.85.14 ou 84.88 ou 80 45 - Courriel : recrutement@ecole-air.fr

DATE LIMITE DES CANDIDATURES : 15 octobre 2026

RECRUITMENT

Job title : Post-doc position : High-Altitude Surveillance using Passive Radar

Workplace : Salon de Provence – Bouches du Rhône - France

Main scientific domain : passive radar, GNSS, very high altitude, estimation, detection

Category : Level I

Type of contract : CDD fixed-time contract

Contract period : 18 months

Amount of work : Full Work

Desired date of assignment : Possible start from 11/01/2026

PRESENTATION OF THE PROFESSIONNAL ENVIRONMENT

The Air and Space Academy is a major military school (with EPSCP-GE status) located in Salon-de-Provence, authorized to deliver the title of engineer. It is a member of the Conférence des Grandes Écoles and the ISAE group (SUPAERO, ENSMA, ESTACA, The Air and Space Academy). It is responsible for the initial training of all Air Force and Space Force officers.

PRESENTATION OF THE HOST STRUCTURE

The CREA is the multidisciplinary research unit of the Air and Space School. It maintains close ties with the 701st Air Base, offering rare access to aeronautical resources such as aircraft and flight zones. It also maintains partnerships with major players in defense and aeronautics (DGA, CEA, ONERA, Dassault Aviation, SAFE competitiveness cluster) as well as academic partners (Aix-Marseille Université, ISAE Group schools, IRSEM, ENSCP, etc.).

The CREA consists of around thirty teacher-researchers across various disciplines: history, sociology, political science, mathematics, fluid and structural mechanics, cognitive science, computer science, and signal processing. Its members conduct academic research with a common focus: the determinants of the evolution of military use of aeronautical and space systems.

JOB DESCRIPTION

Context

With the rapid development of aerospace technologies, very high altitude (VHA) has become a growing focus of competition, both for its operational advantages and the sovereignty challenges it presents. Defining the atmospheric layer between 20 and 100 kilometers in altitude, VHA marks the transition from the traditional air environment to extra-atmospheric space. Two main types of objects are expected to operate in this region: High Altitude Permanent Systems (HAPS), suited for intelligence or telecommunications missions (stratospheric balloons, static airships); and hypersonic objects, designed to reach deep targets (ballistic or cruise missiles, gliders).

In this context, the goal of the SHERPA (Surveillance Haute Elevation par Radar PASSif) project, funded by the French Defense Innovation Agency (AID), is to provide methodological and experimental contributions to the study and development of a detection and tracking system for a multistatic passive radar dedicated to monitoring atmospheric and exo-atmospheric space using GNSS signals. **The aim is to evaluate the feasibility of deploying systems embedded on stratospheric balloons, using GNSS signals as signals of opportunity. The estimation and detection methods studied will be multi-receiver, multi-frequency, and multi-constellation.** Additionally, to track objects over time, precise and interference-robust receiver positioning will be required. In addition to the theoretical study, the project also involves implementing a feasibility study for this type of radar, including recording I&Q data on a network of GNSS receivers (at least two), with data processed offline in MATLAB using the methods developed during the study.

Objective

The selected post-doctoral researcher will work on the first theoretical phase of the project.

- The first objective is to address a scientific challenge related to the **signal power budget**, i.e., the power of the useful signal available at reception, a critical element for assessing the viability of such a system [1]. This will involve **modeling** and **simulating the problem** in a multi-receiver, multifrequency, and multi-constellation context.
- The second objective will be to develop a **signal processing method** tailored to the signal model, receiver model, and system dynamics [2, 3, 4].
- A final scientific challenge concerns **accounting for the high dynamics** of the transmitter and hypersonic targets on the signal, as Doppler management is non-standard at the expected magnitudes. Furthermore, the signal's reflection/diffraction angle will change relative to the kinematics of the transmitter, target, and receivers. Thus, the nature of the reflection/diffraction will vary over time, without any prior assumption about the fluctuation law of these targets. Therefore, it will be necessary to **evaluate associated performance bounds** for this modeling and use adapted estimators [5]. Special attention will be given to managing low Doppler shifts at high bistatic angles.

Work Environnement

The candidate will work at the Salon-de-Provence Air Base, in the facilities of the Research Center of the Air and Space School (CREA). Travel to ISAE-SUPAERO in Toulouse is expected.

He will collaborate with the researchers involved in the AID SHERPA project: Cyril Cano (cyril.cano@ecole-air.fr), Agn`es Santori, and `Emile Ghizzo at CREA, and `Eric Chaumettes and Gaël Pages at ISAE-SUPAERO.

The Research Center of the Air and Space School (CREA) has expertise in passive radar systems, both ground-based and airborne. The research center is integrated into the European defense community in the field of passive radar through NATO groups and participation in workshops and conferences in the field. Until now, the research center's expertise has focused on telecommunications (for signals of opportunity) and experimentation. Recently, the goal has been to develop expertise in theoretical methods of analysis and detection, as well as in the field of VHA.

The NAVIR2eS team at ISAE-SUPAERO focuses on the theoretical study of information sources and hybridization approaches for autonomous vehicle navigation applications. The team has expertise in performance analysis of estimation and detection in radar, as well as in GNSS signal detection and analysis, particularly in reflectometry (GNSS-R). The team currently has an AID School project (2024/2027) titled "Space surveillance using GNSS reflectometry," whose outcomes and demonstration elements will support the SHERPA project.

References

- [1] Adriano Rosario Persico, Paul Kirkland, Carmine Clemente, John J. Soraghan, and Massimiliano Vasile. Cubesat-based passive bistatic radar for space situational awareness: A feasibility study. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 55(1):476–485, 2019.
- [2] Diego Cristallini and Daniel W. O'Hagan. *Passive Radars on Moving Platforms*. The Institution of Engineering and Technology, 2023.
- [3] Fabrizio Santi, Federica Pieralice, and Debora Pastina. Joint detection and localization of vessels at sea with a gnss-based multistatic radar. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 57(8):5894– 5913, 2019.
- [4] Fabrizio Santi, Debora Pastina, and Marta Bucciarelli. Experimental demonstration of ship target detection in gnss-based passive radar combining target motion compensation and track-before-detect strategies. *Sensors*, 20(3), 2020.
- [5] Hamish McPhee, Lorenzo Ortega, Jordi Vil`a-Valls, and Eric Chaumette. Accounting for acceleration— signal parameters estimation performance limits in high dynamics applications. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 59(1):610–622, 2023.

PROFILE / SKILLS REQUIRED

PhD in statistical signal processing or a related field; Skills in detection/estimation theory, GNSS, and radar are welcome; Programming skills in MATLAB or Python are required; Autonomy and curiosity.

PRACTICAL INFORMATION

Restaurant on site. Nurseries and schools in the area. Access to the sports facilities of the Air and Space Academy. Sports and arts club : many activities for executives and families. Very active social and festival committees.

SUBMISSION OF APPLICATIONS

The application file must be sent only after prior contact with the scientific referent.

To be submitted on the EAE website: <https://ecole-air-espace.nous-recrutons.fr/>

Please attach :

- An academic resume
- A cover letter
- copies of diplomas,
- A letter of recommendation (if possible)

Incomplete applications will not be considered.

CONTACTS :

- **Direct supervisor** : Lieutenant-Colonel Jaffard– Directrice du CREA
 - Email : magali.jaffard@ecole-air.fr
 - **Referent** : Cyril CANO – Enseignant-chercheur - cyril.cano@ecole-air.fr
 - **Collective Management Office HR PC**
- tél. : +33 (0)4.13.93.84.88 - Email : recrutement@ecole-air.fr

APPLICATION DEADLINE: Octobre 15, 2026